

PAT-NO: JP355094740A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 55094740 A
TITLE: BONDING METHOD FOR TWO METALLIC
PARTS
PUBN-DATE: July 18, 1980

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
KANAMARU, NAONOBU
OKABE, MOEO
TATSUMI, SHIGEO
SHOJI, AKIRA

ASSIGNEE-INFORMATION:

| | |
|-------------|---------|
| NAME | COUNTRY |
| HITACHI LTD | N/A |

APPL-NO: JP54000699

APPL-DATE: January 10, 1979

INT-CL (IPC): B21D039/00

US-CL-CURRENT: 29/515, 29/520 , 403/274

ABSTRACT:

PURPOSE: To simply obtain the mechanically strong bond of the outer surface of the part like as shaft, cylinder, etc., and the part possessing hollow part corresponding to the outer surface of the former part, by forming the unevenness in the bottom of groove of the outer surface of the former part, and by causing sufficient flow of the latter part into the former part through the

cold work.

CONSTITUTION: In the outer surface of the hollow boss 100 of metallic part like as a shaft, disk, or the rotary machine especially requiring large turning torque, the groove 101 is formed, and the bottom of this groove 101 is knurled 102. Meanwhile, the disk 200 is made of steel possessing the deformation resistance smaller than that of the boss 100; and this disk 200 possesses the thickness (t) larger than the breadth B of the groove 101, and the hollow part 201 of diameter $D < 2\sqrt{B}$ approximately equal to the outer diameter $D > \sqrt{B}$ at neighborhood of the groove 101. The disk 200 is located at the outer surface near the groove 101; and the end face near the hollow part of the disk 200 is plastically deformed through the cold work using the dies; hereby, a part of the disk 200 is caused to flow into the groove 101. Hereupon, the depth (h) of cold work is specified so as to satisfy the relation $0 \leq h \leq S/b^{3/4}$, in which (b) is the breadth of tip of dies and S is the distance up to the upper end of the groove 101; besides, a prestress smaller than the deformation resistance is given to the disk 200; and above stated fluidization is sufficiently caused.

COPYRIGHT: (C)1980, JPO&Japio

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55—94740

⑤ Int. Cl.³
B 21 D 39/00

識別記号

庁内整理番号
6441—4E

⑬ 公開 昭和55年(1980)7月18日

発明の数 3
審査請求 有

(全 9 頁)

⑭ 2 個の金属部材の結合方法

⑯ 特 願 昭54—699

⑯ 出 願 昭54(1979)1月10日

⑯ 発 明 者 金丸尚信
勝田市大字高場2520番地株式会
社日立製作所佐和工場内

⑯ 発 明 者 岡部萌生
勝田市大字高場2520番地株式会
社日立製作所佐和工場内

⑯ 発 明 者 立見栄男

勝田市大字高場2520番地株式会
社日立製作所佐和工場内

⑯ 発 明 者 東海林昭

勝田市大字高場2520番地株式会
社日立製作所佐和工場内

⑯ 出 願 人 株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

⑯ 代 理 人 弁理士 高橋明夫

明 細 書

発明の名称 2 個の金属部材の結合方法

特許請求の範囲

- 金属材料からなる軸、円筒等の第1の部材の外周に、第1の部材より変形抵抗の小さい金属材料からなり前記第1の部材の外周に対応する中空部を有する第2の部材を結合するものにおいて、第1の部材の外周にその円周方向に添って溝を設け、該溝の底にローレット加工等により凹凸部を形成し、前記溝付近外周に第2の部材の中空部を位置させ、第2の部材の中空部近傍の端面を金型で冷間加工して塑性変形させることにより第1の部材の溝中に第2の部材の一部を流動させ、もつて第1の部材と第2の部材とを結合することを特徴とする2個の金属部材の結合方法。
- 第1の部材が中空ボスであり、第2の部材がカップ状のフライホイールであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の2個の金属部材の結合方法。

3. 第1の部材が軸であり、第2の部材が歯車であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の2個の金属部材の結合方法。

- 金属材料からなる軸、円筒等の第1の部材の外周に、第1の部材より変形抵抗の小さい金属材料からなり前記第1の部材の外周に対応する中空部を有する第2の部材を結合するものにおいて、第1の部材の外周にその円周方向に添って溝を設け、該溝の底にローレット加工等により凹凸部を形成し、前記溝付近外周に第2の部材の中空部を位置させ、第2の部材の中空部近傍の端面を、先端の幅 b の金型で、前記溝の上端までの距離 S が $0 \leq S/b \leq 3/4$ になる深さまで冷間加圧して塑性変形させることにより、前記溝中に第2の部材の一部を流動させ、もつて第1の部材と第2の部材とを結合することを特徴とする2個の金属部材の結合方法。

- 金属材料からなる軸、円筒等の第1の部材の外周に、第1の部材より変形抵抗の小さい金属材料からなり前記第1の部材の外周に対応する

(1)



中空部を有する第2の部材を結合するものにおいて、第1の部材の外周にその円周方向に係つて溝を設け、該溝の底にローレット加工等により凹凸部を形成し、前記溝付近外周に第2の部材の中空部を位置させ、第2の部材に、該部材の変形抵抗より小さい予応力を加えた状態で、第2の部材の中空部近傍の端面を金型で冷間加圧して塑性変形させることにより第1の部材の溝中に第2の部材の一部を流動させ、もつて第1の部材と第2の部材とを結合することを特徴とする2個の金属部材の結合方法。

6. 第2の部材に予応力を加える手段として、第2の部材の端面を金型で拘束し、該端面に直角な方向から荷重を加えるようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の2個の金属部材の結合方法。
7. 第2の部材に予応力を加える手段として、第2の部材の端面及び外周面を金型で拘束し、該端面に直角な方向から荷重を加えるようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の

(3)

方法である。

しかし、この方法では、第3図に示すように、溝1a中に円板の一部が完全に喰い込まず、空隙部ギャップδを生ずる。

これは、第4図に示すように、加圧時、中空円板2が金型3、4に接するのは凸部3a、4a部分のみであり、他の部分は加圧されていない、換言すると拘束されていない。そのため、金型で円板の端部を押し、内部応力σ₀が発生しても、この応力でより拘束の小さい円板外方部分が変形してしまい、溝部のみに局部的に、充分な塑性変形を生ずる程度の大きさの応力を生じさせることができないのである。

また、この方式によると、結合途中上下の加圧力にアンバランスを生じた場合、円板に反りを生じ、この状態で円板の一部が溝内に侵入する。そして金型が最終行程まで移行した時円板の反りはなくなり平坦度が得られるが、溝部分に着目すれば、前記反りの矯正の結果空隙部を生じ、軸と円板の密着が完全でないために強度が低下する欠点

(5)

2個の金属部材の結合方法。

発明の詳細な説明

本発明は軸と円板のような2個の金属部材を直接結合する方法に係り、特に大きな回転トルクの必要とされる回転機器の分野に適した結合方法を提供することにある。

2個の金属材料からなる被結合部材を直接に結合する方法としては、圧入がある。

しかし、圧入法では、強度に限界があり、特に衝撃に弱い。また鋳鉄のように伸びのない部材の場合、所要の強度が得られない、などの欠点を有する。

また、2個の被結合物体を、直接結合する方法として、第1～第2図に示す方法も知られている。

すなわち、シャフト1の段部に中空円板2を直接、接合する方法である。シャフト1には溝1aが設けられている。接合方法は、第2図に示す如く、各々凸部3a、4aを有する上下の金型3、4により、円板2の端部を押し、シャフトの溝1aに円板の接合部を喰い込ませ、結合力を得る

(4)

がある。

以上の理由から第1～第2図に示す結合方式では高い結合強度特に、大きな回転トルクに耐える結合力が得られない。

本発明の目的は、2個の金属部材を直接結合するものにおいて、機械的に強固な結合が簡単に得られる結合方法を提供することにある。

本発明の特徴は、第1の結合部材の外周に溝を設け、該溝の底にローレット加工等により凹凸部を形成し、第1の部材と結合すべき第2の部材の一部を冷間加圧して前記溝中へ流動させ、もつて第1の部材と第2の部材とを結合することにある。

以下図に従つて本発明の一実施例を説明する。

まず、第5図～第9図において、ボスと円板の結合の例を示す。

第5図において、100は鋼(S38C)製の中空ボスで、その径大部外周には溝101が設けられ、該溝の底には第6図に示すようなローレット102が設けられている。溝の平均深さH₀は0.2～1.0mm、ローレットの高さH₁も0.2～

(6)

1.0 mm程度がよい。

一方、円板200は、ボスより変形抵抗の小さい鋼材(SPHC)からなり、第7図に示すようにボスの溝101の幅Bより大きい板厚tを有し、かつ、ボスの溝101附近の外径D₁とほぼ等しい(すきまばめ)径D₂の中空部201を有する。

第8図は本発明における結合工程を示す。

100はボスでプレスホルスター410上に設置された下型400に凹部401で保持されている。そしてボス410はプレスのホルスターで、これに下型400が設置され、下型の凹部401にボス100が保持される。

一方、下型の平面部402で円板200を保持している。この状態でボスの溝101と円板200とは所定の位置に置かれる。

上押え板300の中空部には雄型500が配置される。

601は雄型数で、スライド602に連結されている。

ばね押え上板603、ばね604、ばね押え下

(7)

雄型500の先端501が円板200の中空部近傍を加圧する。この時、円板には、前記変形抵抗 σ_1 より大きい応力 σ_2 が作用し、この応力 σ_2 により円板の中空部201に近い部分が塑性変形し、ボス100の溝101内に流入する。

円板200が予めその上下面から加圧され、予応力 σ_0 が発生しているため、雄型500で加圧した際円板の塑性変形は中空部201に近い部分のみに限られ、他の部分の変形は阻止される。これにより、円板の一部が溝101のローレット内に十分に流入する。

円板が鋼材(SPHC)の場合、 $\sigma_0 = 5 \sim 15 \text{ Kg/cm}^2$ 、 $\sigma_2 = 150 \sim 180 \text{ Kg/cm}^2$ 程度とするのがよい。これに必要な予荷重は、円板外径が100mmの場合、約30トンとし、また、雄型500による荷重を約30~40トンとすればよい。

第9図は結合完了後の外観を示す。円板200には、雄型500の先端501で加圧された際に形成される凹部203があるが、その深さhは溝

(9)

板605、ばねガイド606、がスライド602と上押え板300間に配置されている。ばね押え上板603はスライド602に固定されている。また、上押え板300は腕303の部分においてボルト607を介してばね押え上板603で保持されている。

結合工程(冷間)においては、スライド602の下降と共に雄型数501、雄型500、上押え板300が下降してくるが、上押え板300の腕303とボルト607の頭の間にはギャップがあるため、雄型500で円板200を加圧する前に上押え板300の平面部302で円板200の端面が加圧される。この加圧力はスライド602からばね押え上板603、ばね604を介して円板200の端面に直角な方向から加えられる。

これによつて円板200には、下型、上押え板の各平面部302、402に直角な方向に予応力 σ_0 が作用している。この予応力は円板の変形抵抗 σ_1 より小さい。

この状態でさらにスライド602が下降すると

(8)

の深さHの約1~2倍程度、望ましくは0.6~1.0 mm程度がよい。

凹部203の体積 v (第10図)は、溝101内に円板200の一部が十分に流入するようにして定めるべきである。

それには、溝101の体積Vに相当する量と、他の部分へ逃げる量、例えば円板がその半径方向外側へ伸びる量等との合計量にする必要がある。円板の下端面に予荷重を与えておくと他の部分への逃げ量は比較的少なくなり、 $v = 1.5 V \sim 2.0 V$ 程度でよい。そして、 v を確保するために凹部深さhを深くすると山板の板厚が薄くなり、該部分に応力集中を生じ強度が低下する。また、凹部203の底から溝101の上端までの距離Sが非常に小さかつたり、あるいは逆にマイナス側になると溝101内に挿入された材料の緊迫力が解除され、結合力が低下する。このように凹部深さhには一定の制約がある。

以上の理由から、凹部203の幅bと溝101の幅Bとの関係を、 $0.5 B \leq b \leq 1.5 B$ とするの

(10)

が望ましい。

凹部203は円板の中空部内縁端にできるだけ近いほうがよい。内縁端から遠いと、雄型500で加圧した際、円板の材料が上方や半径方向外側に逃げてしまい、溝101内に有効に挿入されない。そこで、凹部203の位置は雄型500の先端501の抜け易さを考慮して、内縁端より若干半径方向外側とするのがよい。

凹部203の幅bと凹部203の底から溝101の上端までの距離Sとの比、 S/b は一定の範囲にするのが望ましい。

第11図は S/b と、結合時の材料流動不足により溝内に生ずる隙間断面積との関係を求めた実験データである。第12図に第11図の(A)~(D)点に相当する断面のスケッチ図を示す。なお、溝深さ及び溝端の傾斜角 α (45°)及び加圧力はいずれも等しい。

S/b が小さい範囲では、溝の角部を除き隙間はほとんどない。 S/b が3/4を越えると溝底に隙間が存在するようになり、 S/b が1以上に

(11)

(a)~(d)、(b)~(b)、(c)~(c)各断面共に材料がローレット内に流入しているが、特に溝底の(b)~(b)断面ではローレット底部を除いてほぼ完全に流入している。

第15図は、結合体の強度を廻りトルクについて求めた結果を示す。実験が本発明の方法によるもの、破線が従来知られているローレット圧入方式によるものである。供試材料は、ボスがS38C、円板がSPHCである。また円板の外径 $D=100$ mm、板厚 $t=5$ mm、溝幅 $B=2$ mm、溝深さ $H=0.4$ mm、 $\theta=45^\circ$ である。なお、ローレット圧入方式は、軸(外径 d)の外周にローレットを形成し、中空円板(内径 d 、外径 D 、板厚 t)に圧入したもので材料は同じである。

本発明の方法によれば、ボス外径が例えば28mmの場合、廻りトルクは90~100Kg・mである。

ローレット圧入方式では、ローレット部分の中央付近でも、第13図(c)に示す程度より少ない量しか材料が流入せず、実質的な剪断面積が小さく、従って廻りトルクは小さい。これに対し本発明で

(13)

なると急激に増加する。これは S が大きくなると雄型の先端から溝までの距離が遠くなり、その間を材料が塑性流動する際の摩擦抵抗が大きくなり、雄型による加圧力で円板の他の部分が変形する、例えば円板が半径方向に伸びるためである。これは加圧力を増加しても同じ結果になる。

溝101内の間隙が大きくなると、溝へ挿入された材料の緊迫力が小さくなり、結合強度が大幅に低下する。このような理由から S/b は3/4以下にするのが望ましい。

一方、 S が零以下、すなわちマイナス側になると、前述したように、溝101内に挿入された材料の緊迫力が高くなり、結合強度は小さくなる。

以上の点を総合すると、 S/b は次の関係にするのが望ましい。

$$0 \leq S/b \leq \frac{3}{4}$$

第13図は第14図の各断面における溝部ローレット内への材料の流動状況を示す結合部断面のスケッチ図である。

(12)

は、ローレット部分の中央付近は第13図(b)に示すように材料が溝内に充分に流入し、剪断面積が大きくなる結果剪断力が大きくなり、また緊迫力も大きくなる。

雄型で加圧する前に円板の端面全体に予荷重を加えることは、板面の反りを防ぐのにも効果的である。

予荷重を加えず、雄型500のみで加圧すると、第16図に破線で示すような反り δ を生ずる。円板の外径 D が100mmのもので、0.3~0.7mmの反り δ を生ずる。これを防ぐ目的及び溝内に材料が有効に挿入されるようにする目的のため、予荷重 $\Sigma \sigma_0 = 0.3 \sim 1.0 \Sigma \sigma_1$ とするのがよい。

第17図は本発明の他の実施例を示す。この実施例では、円板200をその上下の端面のみならず、外周面においても拘束するために(予応力 σ_0')外型420を用いる。円板200は全表面を拘束されているため、雄型501で加圧した際材料が溝101内に完全に流入する。

この方法は、特に、円板200の上、下面の面

(14)

横が小さく、従つて、押え板 300 及びばね 604 による加圧のみでは充分な拘束力を得られないような場合に有効である。

第 18 図は本発明を自動二輪車の発電機、フライホイールマグネットに応用した場合の例を示し、エンジンの出力軸に連結される中空ボス 100 にカップ状のフライホイール 210 が結合される。エンジンの回転力が間歇的に変動するため、ボスとフライホイール間の結合力は大きな廻りトルクが要求されるが、本発明の結合方法によれば、この要求を満たすに充分な大きな結合力が得られる。

第 19 図は本発明を、歯車 211 と軸 110 との結合に利用した例を示す。歯車 211 の材料は比較的塑性変形の容易な高炭素鋼で、外周に近い歯部分のみ焼き入れ処理して用いる。

ところでボス 100 (又は軸) にローレット 102 を設ける位置は溝 101 の底でなければならぬ。

もし、第 20 図に示すように、ボス 100 の外周面にローレット 120 を形成すると次のような

(15)

また、結合作業が冷間塑性加工法によるため作業性もすぐれている。

図面の簡単な説明

第 1 図～第 4 図は従来公知の結合方法の一例を示すもので、第 1 図は結合前、第 2 図は結合後の状態を示す要部断面図、第 3 図は結合時の材料の流れ等を説明する図、第 4 図は金型で加圧開始する状態の説明図である。

第 5 図～第 9 図は本発明の一実施例を示し、第 5 図は、結合前のボス外觀図、第 6 図は第 5 図のボスの溝部横断面を示す図である。第 7 図は結合前の円板の縦断面を示す図である。第 8 図はプレスによる結合工程を示す図、第 9 図は結合後の外觀斜視図である。第 10 図は本発明における円板及びボス部の寸法関係についての説明図、第 11 図は本発明における S/b と隙間断面積の関係を示す図、第 12 図は第 11 図の(A)～(D)点についての結合部の状況を示す図、第 13 図は同じく結合部の状況を第 14 図に示す断面 a-a, b-b, c-c について示す図である。第 15 図は、本発

(17)

不具合を生ずる。まず、円板 200 を挿入するとき、ローレット圧入となるため、円板の中空部 201 が削られ、かつ圧入部分に加工硬化を生ずる。そのため、ボスの溝 101 に対向する部分の円板側部分の材料が流れにくく、溝内に充分に充填しない。

また、ローレット圧入により円板の中空部が削られる結果、円板とボスの芯を一致させるのが困難になる。

なお、本発明において溝底にローレットを設ける代りに他の適当な手段を用いて、溝底に波形状部その他の凹凸部を設けてもよい。この凹凸部は廻りトルクの増大に寄与するものであつて、加工が容易であり、かつ材料の塑性流動に適合するものであればよい。

本発明は、以上述べた実施例にとどまらず、軸、円筒等と平板、カップ状板その他各種形状の金属部材間の結合に適用できる。

本発明によれば、2 個の金属部材を直接結合するものにおいて、機械的に強固な結合が得られ、

(16)

明の結合方法と従来公知のローレット圧入方式とについて廻りトルクを求めた結果を示す。

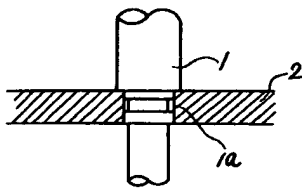
第 16 図は結合方法の差による円板面の反りの状況を示す図である。

第 17 図は、本発明の結合方法の他の実施例を示す。

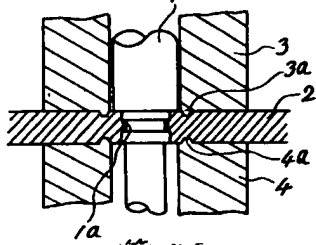
第 18 図は、本発明の方法で結合したフライホイールマグネットの要部断面図、第 19 図は、本発明の方法により結合した歯車の縦断面を示す図である。第 20 図は、本発明においてローレットを設ける位置について説明するための図である。100…ボス、200…円板、300…上押え板、500…雄型、602…スライド。

代理人 弁理士 高橋明夫

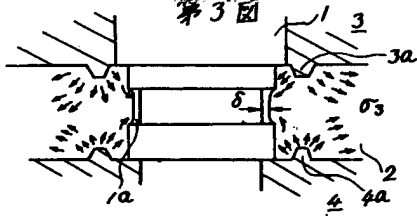
第1図



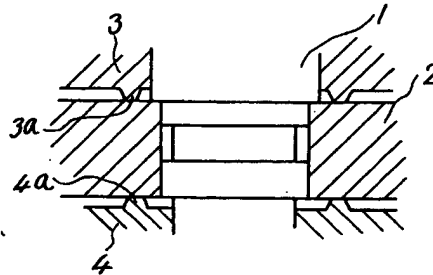
第2図



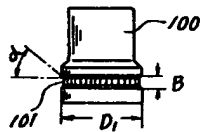
第3図



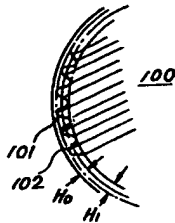
第4図



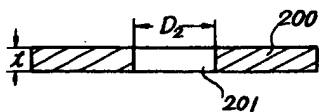
第5図



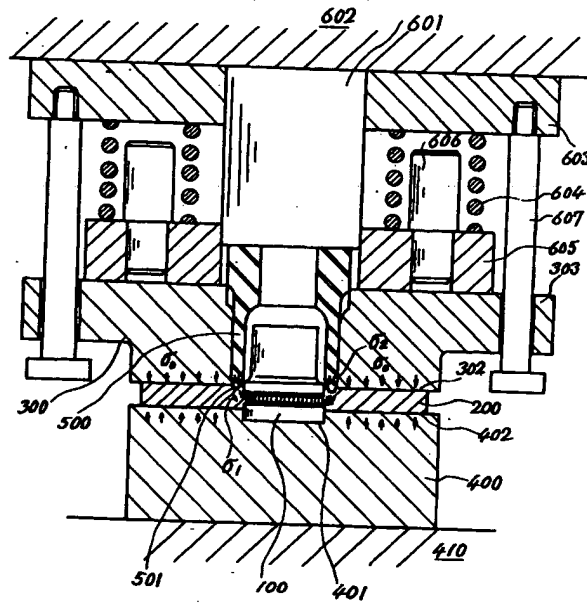
第6図



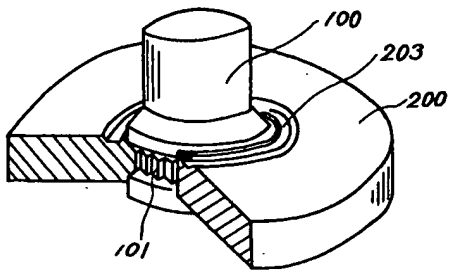
第7図



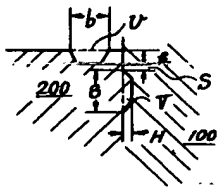
第8図



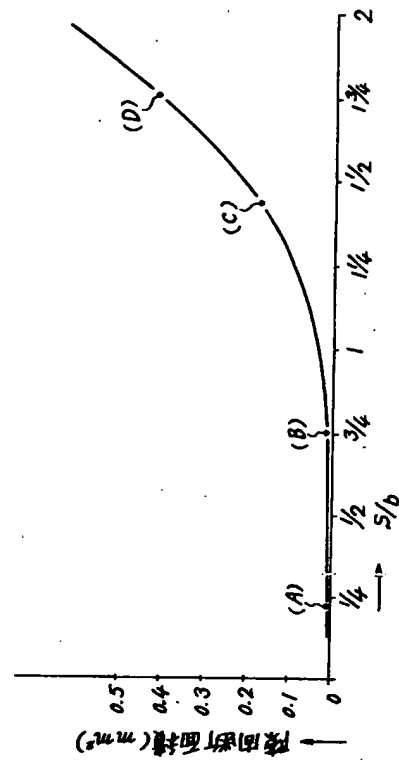
第9図



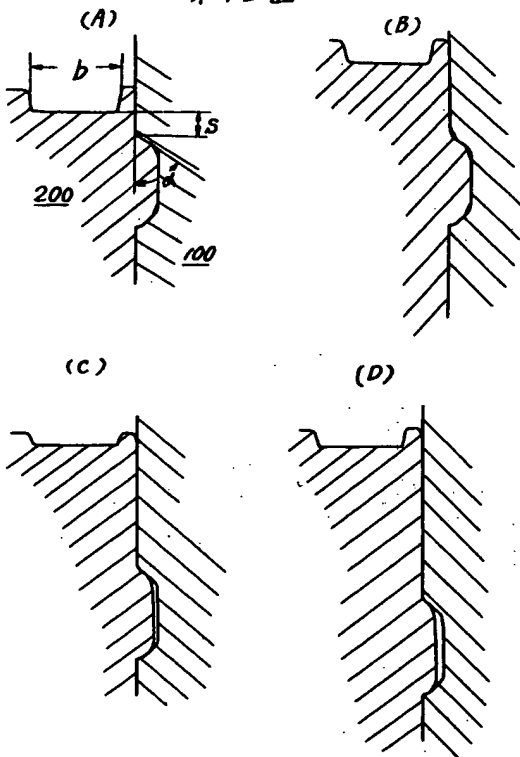
第10図



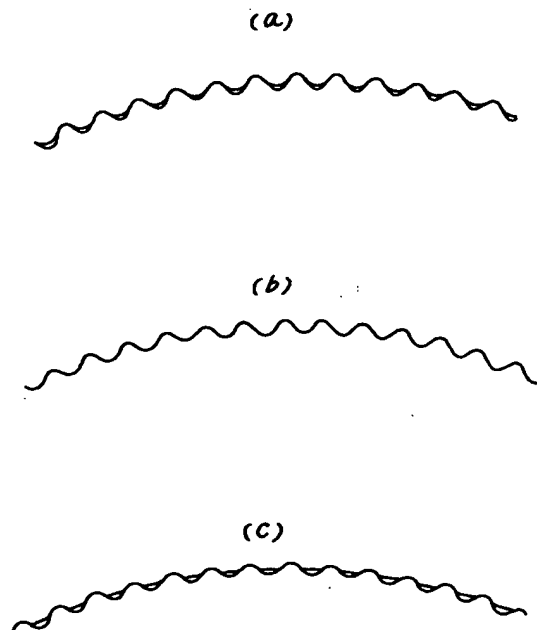
第11図

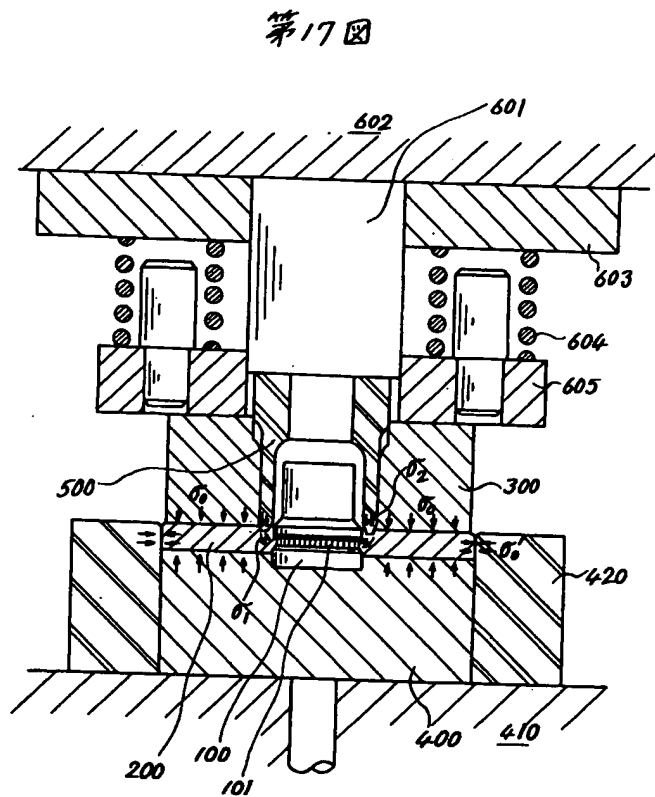
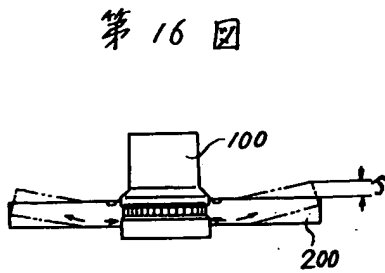
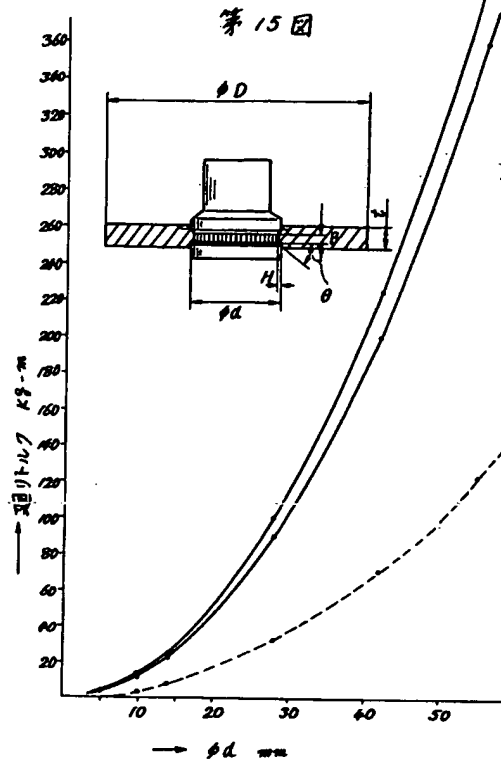
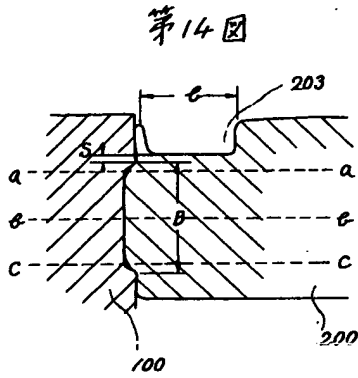


第12図

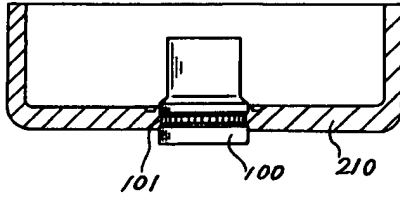


第13図

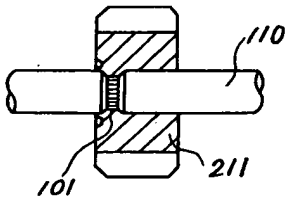




第18図



第19図



第20図

